JAV

Anexo Dos
Cronograma de actividades por etapa

En la siguiente tabla se contabiliza la etapa en la que finalizarán los productos.

Producto	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Totales
Artículo científico en revista internacional indexada	8	8	11	27
Tesis doctorado	2	1	2	5
Desarrollo de software	1	1	0	2
Tesis maestría	1	0	0	1
Ponencia	1	3	2	6
Memoria	1	0	1	2
Totales:	14	13	16	43

En la siguiente tabla se mostrarán los participantes en el proyecto.

Nombre	Institución	Rol
Dra. ARGELIA BERNAL BAUTISTA	UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO	Responsable técnico
Dr. TONATIUH MATOS CHASSIN	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional	Corresponsable técnico
Dr. FRANCISCO SHIDARTHA GUZMAN MURILLO	UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO	Corresponsable técnico
Dra. TULA BERNAL MARIN	UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO	Corresponsable técnico
Dr. JOSE ALBERTO VAZQUEZ GONZALEZ	INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS	Corresponsable técnico
Dr. ELIAS CASTELLANOS ALCANTARA	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHIAPAS	Corresponsable técnico
Dr. DARIO NUÑEZ ZUÑIGA	INSTITUTO DE CIENCIAS NUCLEARES	Corresponsable técnico
Dr. JUAN CARLOS DEGOLLADO DAZA	Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM)	Participante
Dr. JUAN CARLOS HIDALGO CUELLAR	Universidad Nacional Autonoma de Mexico (UNAM)	Participante
Dr. JORGE HIRAM MASTACHE DE LOS SANTOS	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	Participante
Dr. LUIS ARTURO UREÑA LOPEZ	Universidad de Guanajuato	Participante

Etapa 1
Descripción de la etapa
Esta primera etapa estará dedicada a la implementación y desarrollo de algoritmos para el cálculo de objetos autogravitantes compuestos por campos escalares, soluciones cosmológicas con campos escalares, algoritmos estadísticos para análisis de energía oscura, códigos informáticos Montecarlo y bayesianos. Se necesitan recursos informáticos de alto rendimiento para poder iniciar esta primera etapa, por lo que parte de las fuentes económicas solicitadas se utilizarán para conseguir dichos equipos. En esta etapa será necesaria una reunión de trabajo para coordinar la implementación y el desarrollo de códigos numéricos. Por otro lado, se realizarán estudios teóricos en paralelo para estudiar el escenario donde coexisten agujeros negros supermasivos en un halo de materia oscura formado por campos bosónicos (escalares) y las propiedades de las configuraciones bosónicas.
Actividades
Generar las configuraciones adecuadas de inhomogeneidades de campo escalar para colapso gravitacional

JAV

Demostrar la existencia de solución asociada con las correspondientes ecuaciones de movimiento para ecuaciones de Klein-Gordon cargadas, neutras y rotativas (numéricas y semi-analíticas). Análisis (numérico y semi analítico) de ecuaciones de Klein-Gordon cargadas, neutrales y rotativas para BS. Describa las propiedades básicas asociadas con BS visto como un BEC. Estudio de criterios de estabilidad en estos escenarios.

Obtener las soluciones de Klein-Gordon de un halo de materia oscura de campo escalar complejo ultraligero que rodea a Schwarzschild y un espacio-tiempo simétrico axial generado por agujeros negros supermasivos, como una primera extensión del trabajo anterior de Avilez et al. (2018). Estudiar el comportamiento dinámico de tales soluciones y compararlo con las relaciones de dispersión masa-velocidad estelar.

Calcular las condiciones iniciales para una simulación numérica de simetría esférica de una falta de homogeneidad colapsada en un universo dominado por el campo escalar.

Ejecutar simulaciones de las configuraciones complejas de campo escalar que muestren la función de crecimiento lineal y no lineal de las fluctuaciones para prescribir la función de crecimiento para el modelo de materia oscura de campo escalar.

Fases de preparación, paralelización y testeo del código. Implementación de observaciones actualizadas y modelos cosmológicos novedosos.

Implementación de código en un clúster informático. Prueba y análisis de los resultados

Analizar el sistema de materia de Einstein para comprender las propiedades de las soluciones encontradas en trabajos anteriores. Estas soluciones incluyen, estrellas de bosones esféricos, estrellas Proca esféricas, estrellas de bosones l y estados cuasi enlazados alrededor de los agujeros negros.

Productos

Artículo científico en revista internacional indexada

Tesis doctorado

Tesis maestría

Desarrollo de software

Ponencia

Memoria

Etapa 2

Descripción de la etapa

En esta segunda etapa continuaremos desarrollando los objetivos de la primera etapa: manejo de códigos e implementación específica para análisis particular entre otros. Continuaremos los estudios teóricos también. Se realizarán encuentros, talleres y seminarios para formar a estudiantes de grado, máster y doctorado en el uso de las herramientas numéricas y estadísticas desarrolladas hasta el momento. Se entregarán proyectos específicos a esos alumnos y se realizarán en colaboración con los participantes del proyecto con el fin de alcanzar los objetivos y metas propuestos en este proyecto.

Actividades

Traducir la masa de Misner-Sharp a las coordenadas de su elección e implementar el criterio del horizonte aparente en el código numérico.

Genere configuraciones iniciales que eviten los cruces de caparazones y desarrollen inhomogeneidades de campo escalar hasta el colapso y la formación del agujero negro.

Genere las condiciones iniciales para el colapso desde el modo de crecimiento de los resultados del crecimiento lineal.

JAV

Modificar códigos numéricos de la relatividad general completa con materia como el código ollin y el cactus de infraestructura para realizar simulaciones numéricas

Implementación de redes neuronales profundas y simulaciones más grandes

Producir un código en lenguaje c ++ o fortran, que resuelva las ecuaciones de Einstein y la ecuación de Klein Gordon a nivel no lineal en simetría esférica para evolucionar configuraciones cosmológicas iniciales hasta la formación de horizontes aparentes. Dicho código debe tener una malla adaptativa con una gruesa cuadrícula hacia el borde donde se corresponde una evolución cosmológica. El código también debe desarrollar configuraciones de tamaño mayor que el horizonte cosmológico y de amplitud lineal, hasta el punto de colapso en base a los criterios anteriores.

Condiciones de estabilidad para el potencial escalar de auto-interacción logarítmica de la forma: b ln (a | | 2) , donde ayb miden la fuerza de una interacción no lineal y el análisis de las contribuciones de la interacción de 3 cuerpos y órdenes superiores. En el caso de los potenciales de interacción del yo dependientes del tiempo, analizaremos la producción eventual de JETS como en los condensados autointeractivos dependientes del tiempo habituales.

Elija un indicador y un sistema de coordenadas para calcular el colapso del campo escalar en un contexto cosmológico.

Compare las soluciones de Klein-Gordon de campo escalar real y complejo, que no interactúa en Schwarzschild y espacio-tiempo simétrico axial, con las observaciones recientes de cinemática estelar y de gas alrededor de agujeros negros supermasivos, en particular, observaciones provenientes del Event Horizon Telescope .

Implementación de nuevos datos y modelos cosmológicos: f (R) y dimensiones extra. Prepare el código para ejecutarse con GPU

Productos

Artículo científico en revista internacional indexada

Tesis doctorado

Desarrollo de software

Ponencia

Etapa 3

Descripción de la etapa

Esta etapa final será la etapa de consolidación: se graduarán estudiantes avanzados, los laboratorios de computación estarán trabajando con códigos numéricos robustos y funcionales, los investigadores estarán colaborando de manera coordinada y auto-organizada. La presentación de resultados se publicará en todas las etapas de este proyecto aunque se espera que en esta tercera etapa se presente el mayor número de publicaciones. Se espera que los participantes presenten resultados en reuniones científicas internacionales.

Actividades

Desarrolle simulaciones numéricas para estudiar el colapso dinámico de halos de campo escalar reales y complejos, que interactúan a sí mismos para formar objetos compactos con las características de agujeros negros supermasivos. Estudie la estabilidad dinámica de esas configuraciones

Dados los plazos de estabilidad de las soluciones se impondrán los parámetros.

Implementación de Perturbaciones y modelos f (R) en el código

Ejecute varias simulaciones para señalar con precisión el valor de umbral a partir del cual colapsa cualquier sobredensidad con mayor amplitud e Investigue la dependencia del perfil de densidad de los resultados.

Realice simulaciones de colapso de alta definición para explorar el espacio de parámetros y determinar la ley de escala entre las sobredensidades y la masa de las configuraciones.

Obtención del llamado enfoque de Thomas-Fermi y análisis del límite de validez correspondiente en el caso de potenciales escalares de auto-interacción logarítmica, potenciales escalares dependientes del tiempo, para BS Cargados, neutrales y rotativos vistos como BEC. Aplicaremos los resultados correspondientes para calcular y analizar: Velocidad del sonido, índice de refracción, vorticidad, etc. Además, descripción de la Ecuación de estado interpretando la estrella Boson como un BEC. Finalmente, busque criterios de discriminación para BS como objetos supermasivos en el centro de las galaxias.

Implementación de materia oscura escalar para las simulaciones de N-body

Productos

Artículo científico en revista internacional indexada

Tesis doctorado

Ponencia

Memoria